

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02260582
PUBLICATION DATE : 23-10-90

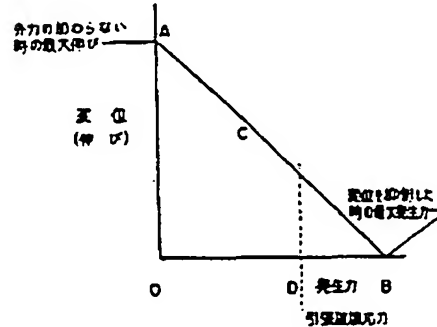
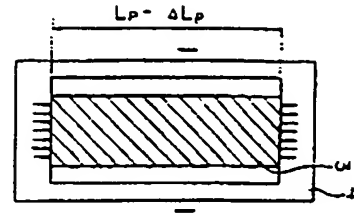
APPLICATION DATE : 31-03-89
APPLICATION NUMBER : 01081728

APPLICANT : HONDA MOTOR CO LTD;

INVENTOR : TSURUGA TAKAHIRO;

INT.CL. : H01L 41/09 H02N 2/00

TITLE : PIEZOELECTRIC ACTUATOR



ABSTRACT : PURPOSE: To avoid the breakage of a piezoelectric actuator caused by a tensile stress and expand the applicable purposes of the piezoelectric actuator by a method wherein a compressing member is applied to a piezoelectric element.

CONSTITUTION: A piezoelectric element 3 having a cylindrical shape or the like is fitted into a compressing member 4 composed of an aluminum frame or the like to form a piezoelectric actuator. If a voltage is applied to the actuator, the piezoelectric element 3 is expanded in the direction along which an elastic distortion is created. If an expansion displacement created when the voltage is applied to the single piezoelectric element, i.e., a no-load state, is a value A and an expansion displacement created in the state wherein the piezoelectric element 3 is assembled in the compressing member is 0, a stress required to compress the piezoelectric element 3 by the value A is applied to the piezoelectric element 3 as a compression stress. As the compression stress is smaller than the compression strength of the piezoelectric element 3, the piezoelectric element 3 is not broken by the compression stress. The actuator is contracted into the original state by removing the voltage. With this constitution, the breakage caused by a tensile stress can be avoided and the applicable purposes of the actuator can be expanded.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-260582

⑤ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)10月23日

H 01 L 41/09
H 02 N 2/00

B

7052-5H
7342-5F

H 01 L 41/08

C

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全8頁)

⑭ 発明の名称 圧電アクチュエータ

⑮ 特 願 平1-81728

⑯ 出 願 平1(1989)3月31日

⑰ 発 明 者 鶴 賀 孝 廣 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

⑱ 出 願 人 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山2丁目1番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 長谷川 芳樹 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

圧電アクチュエータ

2. 特許請求の範囲

1. 電圧を印加すると全長が伸長変位する圧電体を用いた圧電アクチュエータにおいて、

前記圧電体に電圧が印加されたとき、弾性ひずみが発生する方向で、当該圧電体の圧縮強度より小さい圧縮応力を当該圧電体に与える圧縮部材を備えて構成されていることを特徴とする圧電アクチュエータ。

2. 前記圧縮部材が、前記圧電体に電圧を印加しない状態で、この圧電体の圧縮強度より小さい圧縮応力を当該圧電体に与えていることを特徴とする請求項1記載の圧電アクチュエータ。

3. 前記圧縮部材が、前記圧電体に電圧を印加しない状態で、この圧電体の変位を抑制した時の最大発生力より大きい圧縮応力を当該圧電体に

与えていることを特徴とする請求項1記載の圧電アクチュエータ。

4. 前記圧縮部材が、前記圧電体に電圧を印加しない状態で、この圧電体の変位を抑制した時の最大発生力より小さく、かつ、この最大発生力から引張強度を引いた圧縮力より大きい圧縮応力を当該圧電体に与えていることを特徴とする請求項1記載の圧電アクチュエータ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、電圧を印加すると全長が伸長変位する圧電体を用いた圧電アクチュエータに関する。(従来の技術)

圧電アクチュエータは、結晶構造に対称の中心を持たない結晶において外部から電界を加えると、電界に比例した電気分極が発生する逆圧電効果を利用したもので、単純な構造で大きな力を発生することができる。近年では、種々の用途に使用されている。以下、従来の圧電アクチュエータを説

明する。

第4図は、従来の圧電アクチュエータを示す模式図である。この圧電アクチュエータは、同一の圧電体（薄板）1を同一形状、同一寸法の電極板2、2で両側から挟んで積層して形成され、積層方向からの位置ずれを防止する為に、接着剤で圧電体1と電極板2、2を固定していた。圧電体1を挟む電極板2、2は、電源のプラス端子及びマイナス端子に接続されており、圧電体1には弾性ひずみが作動する方向に電界が加えられる。隣接する圧電体薄板の内部に形成される分極方向は、互いに逆向きになっている。

電極板2、2、…に所定の電圧が印加されると、圧電体1、1、…に弾性ひずみが発生し、圧電アクチュエータが変位する。この伸長変位や、変位を抑制する時に発生する力を利用して、例えば、顕微鏡の試料台等を高精度で駆動する。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、圧電アクチュエータには印加電圧に対して変位する圧電体が含まれており、電圧を印

加する時に生じる分極方向における圧電体の伸長変位及び伸びようとする力（伸長力）を利用するものである。

第5図は圧電体の圧縮試験結果を示すものであり、第6図は圧電体の引張試験結果を示すものである。圧縮強度は 5100 kg/cm^2 にも及ぶが、引張強度は 210 kg/cm^2 に過ぎない。この試験結果でも明らかなように、圧電体は一般的に圧縮応力に対しては強いが引張応力に対しては弱いという性質を有している。

以下、第7図及び第8図を参照して従来の圧電アクチュエータの問題点について説明する。第7図は、圧電アクチュエータの変位と発生力との関係を示す特性図である。同図において、外力が加わらない時の最大伸びをA、変位を抑制した時の最大発生力をBとした場合、この圧電アクチュエータは最大発生力Bに満たない引張応力Dが加わると破壊される。第8図は、従来技術の問題点を説明する為の工程図である。同図(a)は、第7図で示した圧電体を、電圧が印加されていない無

負荷状態で模式的に示すものである。従って、この圧電体1を伸長変位を拘束して電圧を印加するとBの力（第7図参照）が発生する。無負荷状態電圧を印加すると弾性ひずみが発生する方向

（第8図において上下方向）にAだけ伸びる（同図(c)）。この圧電体1を利用して引張応力を取り出す場合、その両端部を固定し、電圧を印加した状態から電圧を除去して引張応力あるいは収縮変位を利用する。この場合、最大限に引張応力あるいは収縮変位を利用する為に、伸び切った状態（伸長変位A）で作用させる場合について考察する。伸長変位A（電圧を印加した状態）で両端部を固定し（第8図(d)）電圧を除去すると、圧電体1には変位の収縮と共に引張応力が作用する。ところが、電圧が除去された状態で作用する引張応力は、圧電体1の引張破壊応力より大きいので、圧電体1は物理的に破壊されてしまう（同図(e)）。その為、従来の圧電アクチュエータでは、引張力、あるいは収縮変位を十分に利用できないという欠点があった。

そこで本発明は、圧電体に圧縮部材を組み付けることにより、圧電アクチュエータの引張応力による破壊を阻止し、圧電アクチュエータの利用範囲を拡大することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記課題を達成するため、この発明は電圧を印加すると全長が伸長変位する圧電体を用いた圧電アクチュエータにおいて、この圧電体に電圧が印加されたとき弾性ひずみが発生する方向で、当該圧電体の圧縮強度より小さい圧縮応力を当該圧電体に与える圧縮部材を備えて構成されている。

この場合、圧電体と圧縮部材との間で、電極板を配置することができる。

〔作用〕

この発明は、以上のように構成されているので、少なくとも引張応力により圧電体が破壊されることを阻止することができる。

また、圧電体と圧縮部材との間に圧縮応力が作用する場合は、圧電体と圧縮部材の間に介在された電極板は、接着剤が塗布されなくても十分に固

定される。

〔実施例〕

以下、この発明の一実施例に係る圧電アクチュエータを添付図面に基づき説明する。なお、説明において同一要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

第1図は、本発明の基本構成に係る圧電アクチュエータを示すものである。この圧電アクチュエータは、電圧の印加に伴い伸長変位する圧電体3と、この圧電体3に電圧が印加されたとき弾性ひずみが発生する方向（同図において上下方向）で、当該圧電体3の少なくとも圧縮強度より小さく、最大発生力（変位抑制時）より引張強度を引いた圧縮力より大きい圧縮応力を当該圧電体に与える圧縮部材4を備えて構成されている。

第1図(a)は圧電アクチュエータの分解状態を示すものであり、同図(b)は組立状態を示すものである。この圧電アクチュエータは、例えば圧電体の全長より小さいアルミ製フレーム等で形成された圧縮部材4に、円柱等の圧電体3を嵌め

タの作用を示すものである。同図(a)はその組立状態、同図(b)は電圧印加状態、同図(c)は電圧除去状態を示す。組立状態の圧電アクチュエータでは、圧電体3が圧縮応力を受けた状態にあり、圧縮部材4は引張応力を受けた状態にある（同図(a)）。

圧電体3に所定の電圧が印加されると、圧電体3は圧縮部材4から受ける圧縮力に抗して、伸びようとする。その為、圧縮部材4にはさらに大きい引張応力が付加され、圧電アクチュエータの全長はさらに伸長する。この場合、圧電体3に作用する圧縮応力は当該圧縮強度より小さいので、圧縮応力により圧電アクチュエータが破壊されることはない。この圧電アクチュエータの伸長変化を抑す方向に作用する力として利用することができる（同図(b)）。

また、圧電体3に印加されている電圧を除去すると、圧電体3は、伸びようとする力が無くなり、圧縮部材の縮もうとする力により圧電アクチュエータは元の状態（同図(a)参照）に収縮する。

込んで収縮させる。この圧縮部材4の端面は十分な剛性を持つ厚さになっている。圧電体3は、圧縮部材4により圧縮応力を受けた状態になっている（同図(b)参照）。全長 L_p の圧電体3が組み立てられた時に、例えば、その全長が $(L_p - \Delta L_p)$ に収縮した場合、 ΔL_p だけ圧電体3を収縮させる為に必要な応力が、圧電体3に圧縮応力として作用する。この圧電アクチュエータに電圧が印加されると、圧電体3は弾性ひずみが発生する方向で伸長する（同図(c)）。単独の圧電体3に電圧が印加された時、例えば、無負荷状態の伸長変位がAであり、圧電体3が圧縮部材4に組み込まれた状態の伸長変位が0であれば、Aだけ圧電体3を収縮する為に必要な応力が圧電体3に圧縮応力として作用する。この圧縮応力は、圧電体3の圧縮強度より小さいので、この圧縮応力の為に圧電体3が破壊されることはない。この圧電アクチュエータは、電圧を除去すると元の状態（同図(b)参照）に収縮する。

第2図は、上記実施例に係る圧電アクチュエー

この場合、圧縮部材4は、圧縮強度より小さく、最大発生力（変位抑制時）より引張強度を引いた圧縮圧力を圧電体3に与えているので、圧電体3に引張強度より大きい引張応力は作用しないので、引張応力により圧電アクチュエータが破壊されることはない。この圧電アクチュエータの収縮変化を引く方向に作用する力として利用することができる（同図(c)）。従って、電圧の印加・除去により、押す方向に作用する力と引く方向に作用する力が発生する。

第3図は、この発明の変形例に係る圧電アクチュエータを示す構成図である。同図(a)は、円筒等の筒状圧縮部材5と円柱圧電体6を組み合わせた圧電アクチュエータを示すものである。同図(a)の下部には側面図、上部には側面図のA-A'線で切断した断面図を示す。円柱圧電体6は、筒状圧縮部材5の中空部の中央部に固定されている。

同図(b)は、四角形等の枠状圧縮部材7で角柱圧電体8を組み合わせた圧電アクチュエータを

示すものである。同図(b)の下部には側面図、上部には側面図のB-B'線で切断した断面図を示す。角柱圧電体8は、棒状圧縮部材7のほぼ中央部に固定されている。

同図(c)は、円形圧縮部材9、9で円柱圧電体10を挟み、円形圧縮部材9の周辺をボルト11、11、…で固定した圧電アクチュエータを示すものである。同図(c)の下部には側面図、上部には側面図のC-C'線で切断した断面図を示す。円柱圧電体10は、円形圧縮部材9のほぼ中央部に固定されている。

同図(d)は、円形圧縮部材12、12で円柱圧電体13を挟み、この円柱圧電体13の中を貫通するボルト14で固定した圧電アクチュエータを示すものである。同図(d)の下部には側面図、上部には側面図のD-D'線で切断した断面図を示す。圧電体14は、円形圧縮部材12のほぼ中央部に固定されている。

上記実施例及び変形例において、圧電アクチュエータに引張応力が全く発生しないようにする為

には、例えば、第7図で示す発生力B以上の力をあらかじめ圧電体に与えておくことが望ましい。しかし、圧電アクチュエータ自体も、ある程度の引張応力Dには耐えるので、引張で破壊しないだけならその差だけの圧縮力(B-D)を与えておけば十分である。また、最大発生応力B以上の力を加えるのは、圧縮部材の強度、重量等の点から得策ではない。従って、この場合の圧縮力はB~(B-D)の範囲で設定することが望ましい。

また、この上記実施例及び変形例において、圧電体と圧縮部材との間に、圧電体を挿入できる窪みを含んだ電極板を介在させることができる。この場合、圧電体と電極板との間に接合剤等を塗布する必要がなくなる。

なお、この発明は上記実施例に限定されるものではない。例えば、圧電体、圧縮部材の形状、大きさ、長さ等は任意的なものであり、圧電アクチュエータが使用される条件、環境等により、適切なものが設定される。

また、上記実施例では1つの圧縮部材に1つの

圧電体を組み付けて構成していたが、複数の圧電体を組み付けて、押す方向に作用する力、引く方向に作用する力を倍增することができる。

さらに、圧電体に加わる応力は、引張強度未満であれば破壊されないことから、電圧が印加されていない状態で引張応力(<引張強度)が作用する(圧縮)部材を使用することができる。この場合、圧電体の両端部は接合剤等で(圧縮)部材に固定される。このように構成すると、当初圧電体には引張応力(<引張強度)が作用しているので、電圧が印加されて伸び切った時、圧縮部材の伸長変位により圧電体に加えられる圧縮応力を、その分だけ小さくすることができる。

(発明の効果)

この発明は、以上説明したように構成されているので、圧電体に圧縮部材を組み付けることにより、少なくとも圧電アクチュエータの引張応力による破壊を阻止し、圧電アクチュエータの利用範囲を拡大することができる。

また、引張応力に対して強度の低い圧電体に圧

縮部材を組み合わせるにより、本来の引張強度以上の引張力を発揮することができる圧電アクチュエータを実現できる。

さらに、窪み付き電極等を使用すれば、接合剤等の固定手段を必要としない押し/引き両方向駆動可能なアクチュエータを実現できる。

4. 図面の簡単な説明

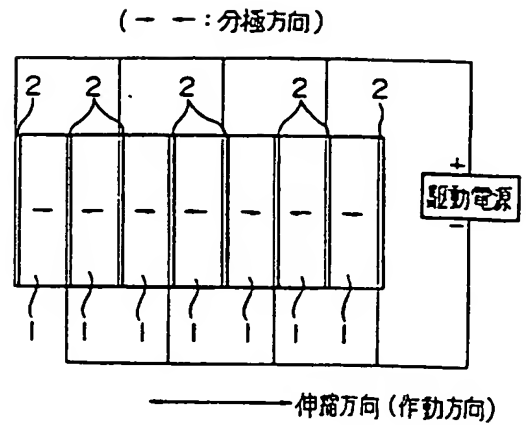
第1図は本発明の一実施例に係る圧電アクチュエータを示す説明図、第2図は第1図に示す圧電アクチュエータの作用を示す説明図、第3図は本発明の変形例に係る圧電アクチュエータを示す説明図、第4図は従来技術に係る圧電アクチュエータを示す縦断面図、第5図は圧電体の圧縮試験結果を示す図、第6図は圧電体の引張試験結果を示す図、第7図は圧電アクチュエータの特性図、第8図は従来技術の問題点を示す説明図である。

1、3…圧電体、2…電極板、4…圧縮部材、5…角状圧縮部材、6、10、13…円柱圧電体、7…棒状圧縮部材、8…角柱圧電体、9、12…

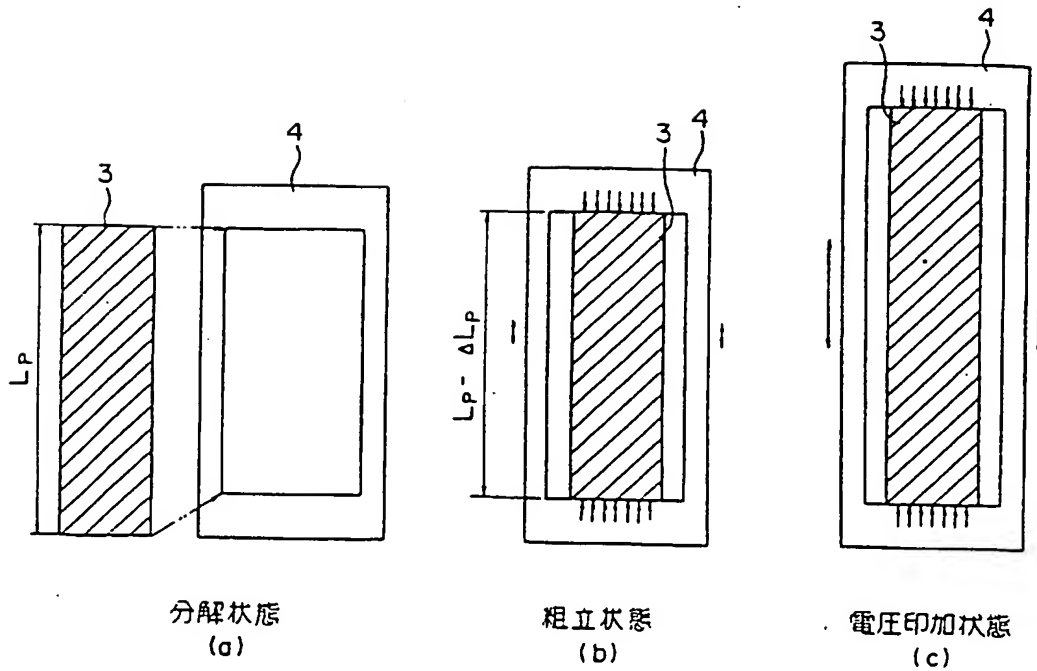
円形圧縮部材、11、14…ボルト。

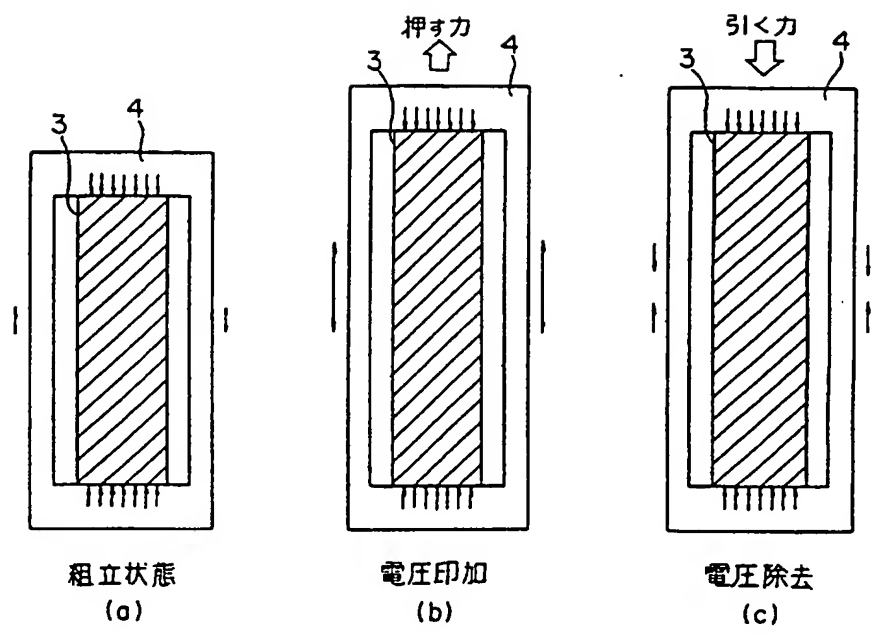
代理人井野士
岡

長谷川 芳 樹
山 田 行 一

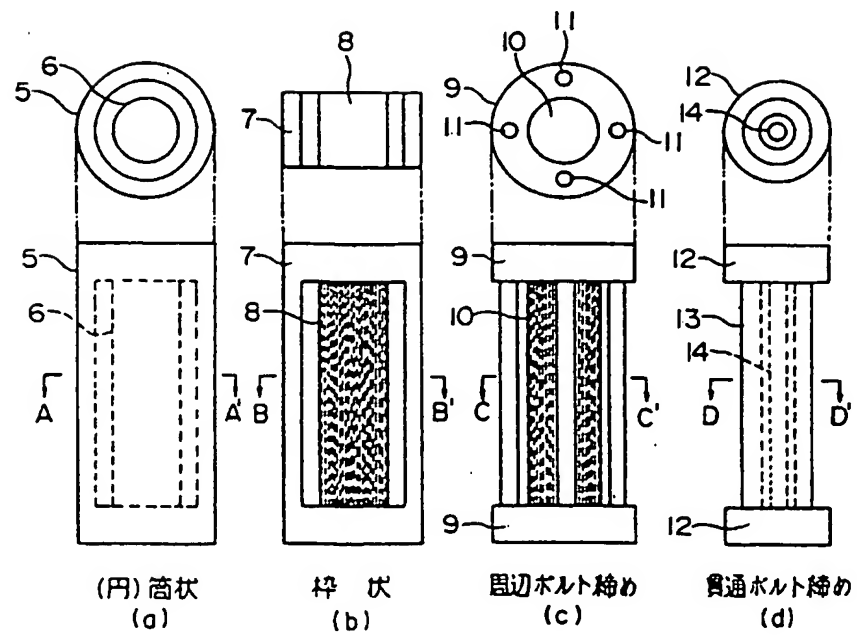


従来技術
第4図

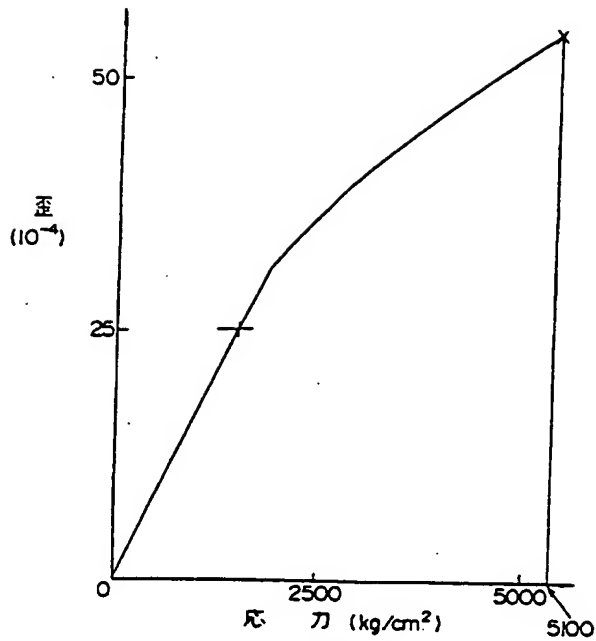




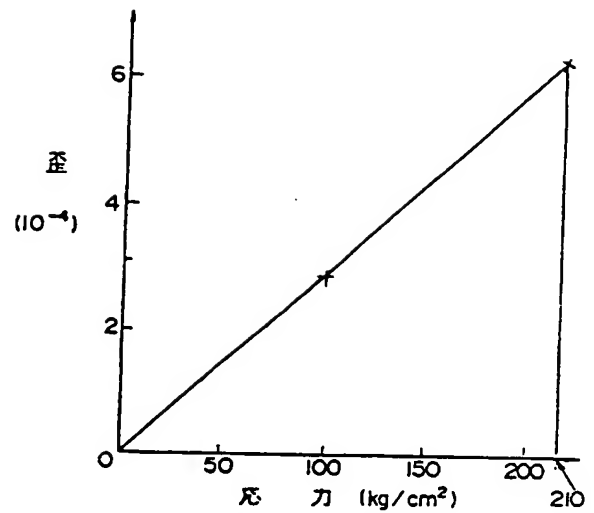
作用
第2図



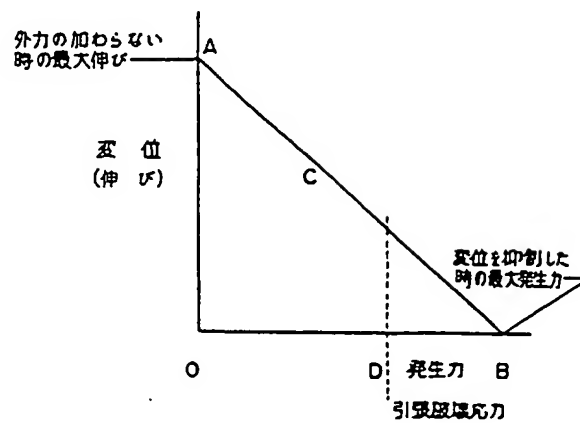
変形例
第3図



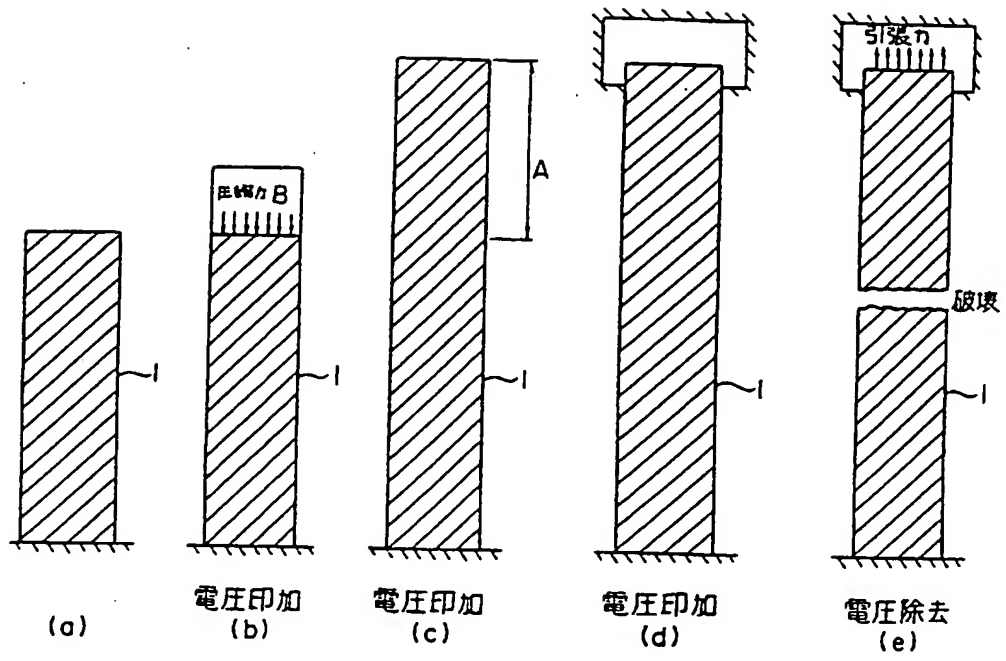
圧縮試験結果
第 5 図



引張試験結果
第 6 図



圧電アクチュエータの特性図
第 7 図



従来技術の問題点
第 8 図